



TUGAS AKHIR - SB091358

**STUDI EFEKTIVITAS BERBAGAI BAHAN
PEMBAWA (CARRIER) TERHADAP
PROPAGUL MIKORIZA ASAL DESA
CONDRO, KECAMATAN PASIRIAN,
LUMAJANG**

**DANY ANASTASIA
NRP. 1510 100 040**

**Dosen Pembimbing:
Tutik Nurhidayati, S.Si., M.Si.**

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - SB091358

**EFFECTIVENESS STUDY OF VARIOUS
CARRIER TO MYCORRHIZA PROPAGULE
FROM CONDRU, DISTRICT PASIRIAN,
LUMAJANG**

**DANY ANASTASIA
NRP. 1510 100 040**

**Supervisor:
Tutik Nurhidayati, S.Si., M.Si.**

**Biology Department
Faculty of Mathematics and Natural Science
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI EFEKTIVITAS BERBAGAI BAHAN PEMBAWA (*CARRIER*) TERHADAP PROPAGUL MIKORIZA ASAL DESA CONDRO, KECAMATAN PASIRIAN, LUMAJANG

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Jurusan S-1 Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DANY ANASTASIA
NRP. 1510 100 040

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir

Tutik Nurhidayati, S.Si, M.Si. (Pembimbing 1)

SURABAYA, 07 Agustus 2014

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

Dr. rer. nat. Ir. Maya Shovitri, M.Si.
NIP. 19690907-199803 2 001



STUDI EFEKTIVITAS BERBAGAI BAHAN
PEMBAWA (CARRIER) TERHADAP PROPAGUL
MIKORIZA ASAL DESA CONDRU, KECAMATAN
PASIRIAN, LUMAJANG

Nama : Dany Anastasia
NRP : 1510 100 040
Jurusan : Biologi
Dosen Pembimbing: Tutik Nurhidayati, S.Si., M.Si.

Abstrak

Penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dan terus-menerus membawa dampak negatif terhadap kondisi tanah dan lingkungan. Hal ini berakibat pada penurunan unsur hara tanah. Permasalahan serupa terjadi di lahan pertanian di Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian terkait efektivitas berbagai media pembawa atau carrier terhadap propagul mikoriza asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang.

Pengambilan sampel tanah dilakukan di lahan UMKM Lumajang. Dilakukan isolasi mikoriza asal, pengamatan infeksi akar, dan uji viabilitas mikoriza. Rancangan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap dengan 1 perlakuan yaitu kombinasi bahan pembawa dengan 7 level yang dilanjutkan dengan uji Dunnet 5 %.

Hasil penelitian diketahui hasil persen infeksi mikoriza berkisar pada nilai 92,5-100%. Hasil uji viabilitas menghasilkan spora 920-1600 spora / gr media. Tujuh macam kombinasi bahan pembawa yang digunakan, semuanya efektif digunakan sebagai bahan pembawa bagi inokulan mikoriza.

Kata Kunci : Carrier, Efektivitas, Mikoriza, Infeksi, Spora

STUDY EFFECTIVENESS OF VARIOUS CARRIER TO MYCORRHIZA PROPAGULE FROM CONDRO, DISTRICT PASIRIAN, LUMAJANG

Name : Dany Anastasia
NRP : 1510 100 040
Department : Biology
Advisor Lecturer : Tutik Nurhidayati, S.Si., M.Si.

Abstract

The using of chemical fertilizers excessively and contionuosly bring negative impact to the condition of land and surrounding the environment. The nutrient will be decreased. Finally, this condition will decline the productivity of agricultural products. Similar problems occurred in agricultural land in Condro, district Pasirian, Lumajang.

In this research, the study of effectiveness of carrier to mycorrhiza propagule from Condro, district Pasirian, Lumajang.

Soil sampling was conducted in agricultural land, district Pasirian, Lumajang. This research design uses Completely Randomized Design with one treatment, that is the combination of carrirer of 7 level continued by 5% Dunnet Test.

The result of this research showed that the root infection between 92,5-100%. The result showed that the viability of carrier between 920-1600 spore/ gr carrier. From the seven variatons of combination carrier materials which were used, all of them were effective used as biofertilizer.

Keyword : Carrier, Effectiveness, Mycorrhiza, Infection, Spore

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas akhir dengan judul “**Studi Efektivitas Berbagai Bahan Pembawa (*carrier*) Terhadap Propagul Mikoriza Asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang**”. Penyusunan laporan Tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata 1 (S1) di Jurusan Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan laporan Tugas akhir ini penulis mendapatkan bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih kepada Ibu Tutik Nurhidayati, S.Si., M.Si. selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan dukungan moral, petunjuk dan pengarahan, juga kepada Ibu Ir. Sri Nurhatika, MP. selaku Dosen Penguji I sekaligus Ketua Sidang dan Ibu Indah Trisnawati DT. M.Si., Ph.D selaku Dosen Penguji II dalam sidang Tugas Akhir ini.

Rasa hormat dan terima kasih penulis sampaikan kepada orang tua tercinta Ayah dan Ibu atas segala kasih sayang, perhatian, bimbingan dan doa yang tiada hentinya, Terima kasih penulis juga disampaikan kepada teman-teman “*Tursiops truncatus*”, Laboratorium ekologi, Kopma 22, Marcomm *KOMPAS* atas kebersamaan, semangat, dukungan, dan kekeluargaan yang telah diberikan.

Dengan kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam melakukan penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu masukan yang berupa saran dan kritik yang membangun dari para pembaca akan sangat membantu.

Surabaya, 07 Agustus 2014

Dany Anastasia

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Permasalahan	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Mikoriza	
2.1.1 Struktur umum mikoriza vesikular arbuskular (MVA)	5 9
2.1.2 Infeksi mikoriza.	7
2.1.3 Manfaat mikoriza.	8
2.2 Bahan pembawa inokulum.....	10
2.2.1 Zeolit	11
2.2.2 Pasir.....	12
2.2.3 Tanah.....	13
 BAB III METODOLOGI	 15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Metode yang digunakan.....	15
3.2.1 Pengambilan sampel tanah.....	15
3.2.2 Isolasi mikoriza asal Desa Condro.....	15
3.2.3 Perbanyakan propagul mikoriza asal Desa Condro.....	16
3.2.4 Uji viabilitas mikoriza.....	16
3.2.5 Persiapan media pembawa.....	16
3.2.6 Aplikasi propagul mikoriza pada berbagai	17

media pembawa (<i>carrier</i>)	17
3.2.7 Parameter Pengamatan.....	18
3.2.7.1 Uji viabilitas mikoriza.....	18
3.2.7.2 Persen infeksi mikoriza.....	18
3.3 Rancangan Penelitian	
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Persen infeksi mikoriza	27
4.2 Uji viabilitas mikoriza.....	
BAB V KESIMPULAN	31
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	39
BIODATA PENULIS.....	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur MVA pada akar.....	8
Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel.....	15
Gambar 3.2 Aplikasi propagul mikoriza dengan sistem lapisan.....	18
Gambar 4.1 Penampang Akar yang Terinfeksi Mikoriza Perbesaran 100x.....	24
Gambar 4.2 Pengaruh berbagai bahan pembawa terhadap persen infeksi mikoriza.....	24
Gambar 4.3 Tipe perakaran graminoid pada tanaman jagung.....	26

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Rancangan penelitian.....	20
Tabel 3.2 Pengamatan infeksi akar.....	21
Tabel 3.3 Pengamatan uji viabilitas.....	21
Tabel 4.1 Tingkat persen infeksi akar.....	25
Tabel 4.2 Jumlah spora dari berbagai bahan pembawa.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Analisis Kandungan N,P,K pada Berbagai Bahan Pembawa (1).....	39
Lampiran 2. Hasil Analisis Kandungan N,P,K pada Berbagai Bahan Pembawa (2).....	40
Lampiran 3. Tabel Kriteria Tingkat Persen Infeksi Akar.....	41
Lampiran 4. Tabel MPN.....	42
Lampiran 5. Hasil Perhitungan Infeksi Akar...	43
Lampiran 6. Hasil Uji Viabilitas Mikoriza.....	44
Lampiran 7. Perhitungan ANOVA <i>one-way</i> Persen Infeksi Akar.....	45
Lampiran 8. Perhitungan ANOVA <i>one-way</i> Jumlah Spora.....	46
Lampiran 9. Data Rerata Pertumbuhan Tanaman...	48
Lampiran 10. Dokumentasi Studi Efektivitas Bahan Pembawa.....	49
Lampiran 11. Dokumentasi Pewarnaan Infeksi Akar..	50
Lampiran 12. Dokumentasi Akar Terinfeksi Mikoriza.....	51
Lampiran 13. Dokumentasi Uji Viabilitas.....	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan areal pertanian ke lahan bukaan baru dan usaha intensifikasi dalam upaya peningkatan produksi mengakibatkan kebutuhan pupuk kimia meningkat setiap tahunnya, padahal penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dan terus-menerus membawa dampak negatif terhadap kondisi tanah dan lingkungan (Saraswati, 1999). Hal ini berakibat pada penurunan unsur hara tanah yang pada akhirnya berimbas terhadap penurunan produktivitas hasil pertanian. Permasalahan serupa terjadi di lahan pertanian di Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang. Lahan pertanian yang digunakan sebagai lahan pertanian cabai ini mengalami penurunan produktivitas beberapa tahun terakhir.

Diketahui dari hasil wawancara petani cabai UMKM Multi Agro Makmur yang mengerjakan lahan budidaya tersebut, bahwa selama periode tahun 2009 - 2010 produktivitas cabai oleh petani sangat rendah berkisar 3-4 ton/Ha, dimana dalam kondisi normal bisa mencapai 12 ton/Ha. Selama ini lokasi budidaya merupakan sentra hortikultura yang cukup besar di Kabupaten Lumajang. Hal ini disebabkan penanaman monokultur yang berjalan terus menerus dengan penggunaan pupuk dan pestisida sintesis yang tidak terkendali. Akibat sistem yang diterapkan pada lahan tersebut, petani lahan budidaya mengungkapkan kondisi tanah saat ini dikatakan kritis dimana kandungan unsur hara menjadi rendah karena terjadi pengurasan unsur hara sehingga berakibat pada perusakan status tanah baik secara biologis, kimia, dan fisik. Hal ini didukung oleh literatur menurut Muntoyoh (1994), bahwa pupuk kimia dan pestisida pada kenyataannya memang dapat meningkatkan produksi pertanian. Namun hal ini hanya berlangsung dalam jangka pendek, sedangkan dalam jangka panjang bahan-bahan tersebut dapat menurunkan produksi pertanian baik secara kualitas maupun kuantitas. Dampak yang lebih parah adalah mengakibatkan kerusakan pada tanah hingga tidak dapat lagi dipergunakan untuk kehidupan tanaman sebagai

akibat dari akumulasi residu kimia di dalam tanah, serta timbulnya hama dan penyakit baru yang menyerang tanaman.

Perbaikan lahan pertanian terus diupayakan, salah satunya, melalui pengkayaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Menurut (Putri dkk., 2010) *Biofertilizer* atau yang lebih dikenal sebagai pupuk hayati merupakan salah satu alternatif pupuk yang dapat mengurangi ketergantungan penggunaan pupuk kimia. Pupuk hayati merupakan bahan yang mengandung sel hidup atau mikroba yang memiliki kemampuan untuk menambat nitrogen maupun melarutkan fosfat yang sukar larut (Rao dalam Putri dkk., 2010). Penggunaan pupuk hayati memanfaatkan mikroba dalam mempercepat proses mikrobiologi untuk meningkatkan ketersediaan hara sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Selain itu pupuk hayati mampu mengaktifkan serapan hara oleh tanaman, mempercepat proses pengomposan, dan memperbaiki struktur tanah (Putri dkk., 2010).

Mikoriza dikenal sebagai pupuk hayati yang dapat meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman. Hal ini telah dibuktikan oleh penelitian Nurhidayati (2011) yang telah berhasil mengisolasi mikoriza indigenous asal Desa Condoro. Mikoriza merupakan simbiosis antara fungi tanah dengan akar tanaman yang memiliki banyak manfaat di bidang pertanian, diantaranya adalah membantu meningkatkan status hara tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, penyakit, dan kondisi tidak menguntungkan lainnya. Fungi ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman yang ditanam pada lahan-lahan marjinal (Nurbaiti, 2009).

Adanya potensi yang besar untuk dijadikan pupuk hayati, sejumlah produk mikoriza telah diusahakan secara komersial baik di luar negeri maupun di Indonesia. Fokus penelitian dan pengembangan pupuk hayati saat ini khususnya pada mikoriza, masih pada bioteknologi konvensional yaitu dengan menjarang dan memperbanyak isolat-isolat unggul alami dan diproses menjadi inokulan atau propagul yang umumnya berbentuk spora dari spesies tertentu ataupun campuran lebih dari satu spesies. Penelitian formulasi dan bahan pembawa atau *carrier* memegang

peranan penting dalam meningkatkan viabilitas propagul. Salah satu sifat terpenting yang diperlukan dari bahan pembawa (*carrier*) adalah kemampuannya dalam mempertahankan populasi dari inokulan mikrobial agar tetap tinggi selama jangka waktu penyimpanan.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian terkait efektivitas berbagai media pembawa atau *carrier* terhadap propagul mikoriza asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang. Selanjutnya, setelah diketahui seberapa besar efektivitas berbagai media pembawa atau *carrier* tersebut terhadap propagul mikoriza maka diharapkan dapat diperoleh media pembawa atau *carrier* yang paling sesuai untuk propagul mikoriza asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang yang selanjutnya dapat dikandidatkan sebagai agen pupuk hayati.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang diatas, maka diambil permasalahan kombinasi media pembawa (*carrier*) manakah yang paling efektif untuk propagul mikoriza asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Propagul mikoriza yang digunakan sebagai uji efektivitas berupa komposisi berbagai genus yang ditemukan pada sampel tanah dari Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang.
2. Media Pembawa yang digunakan adalah pasir, zeolit, dan tanah asal Lahan budidaya UMKM Multi Agro Makmur Desa Condro.
3. Tanaman inang yang digunakan sebagai uji efektivitas bahan pembawa terhadap propagul mikoriza adalah tanaman Jagung (*Zea mays* L.).
4. Parameter yang diamati untuk melihat efektivitas bahan pembawa (*carrier*) berupa persen infeksi akar dan uji viabilitas dengan menghitung jumlah spora per gram tanah ditentukan dengan prosedur pengujian *most probable number* (MPN).

5. Pengamatan dilakukan hingga masa vegetatif tanaman jagung (30 hari).

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kombinasi media pembawa (*carrier*) yang paling efektif untuk propagul mikoriza asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu mendapatkan media pembawa (*carrier*) yang sesuai untuk propagul mikoriza asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang yang nantinya dapat dikandidatkan sebagai agen pupuk hayati.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikoriza

Mikoriza adalah suatu struktur yang dibentuk oleh akar tanaman dan cendawan tertentu. Mikoriza merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis mutualisme, antara fungi dengan perakaran tumbuhan tinggi. Istilah mikoriza pertama kali digunakan oleh Robert Hartig pada tahun 1840, yang berasal dari bahasa Latin "*Mykes* " yang berarti cendawan dan "*Rhiza* " yang berarti akar (Hardiatmi, 2008). Cendawan mikoriza merupakan cendawan obligat, dimana kelangsungan hidupnya berasosiasi akar tanaman dengan sporanya. Spora berkecambah dengan membentuk apressoria sebagai alat infeksi, dimana infeksiya biasa terjadi pada zone elongation. Proses ini dipengaruhi oleh anatomi akar dan umur tanaman yang terinfeksi. Hifa yang terbentuk pada akar yaitu interseluler dan intraseluler dan terbatas pada lapisan korteks, dan tidak sampai pada stele. Hifa yang berkembang diluar jaringan akar, maka berperan terhadap penyerapan unsur hara tertentu dan air.

Dalam Sastrahidayat (2011), diketahui berdasarkan cara infeksiya terhadap tanaman inang, mikoriza dikelompokkan kedalam tiga golongan besar, yaitu: ektomikoriza, endomikoriza dan ektendomikoriza. Selanjutnya, Kabirun (1990) memaparkan bahwa endomikoriza dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu: (1) *ericoid mikoriza*, (2) *Orchid mikoryza* dan (3) Mikoriza Vesikular Arbuskula (MVA).

2.1.1 Struktur umum Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA)

Endomikoriza merupakan salah satu tipe mikoriza paling umum yang membentuk struktur jamur yang berupa vesikel dan arbuskular di dalam jaringan korteks akar (Baon dalam Sastrahidayat, 2011).

Menurut Imas (1989) e ndomikoriza memiliki karakteristik sebagai berikut :

- perakaran yang terkena infeksi tidak membesar sehingga tidak terlihat adanya perubahan bentuk akar yang dapat dilihat secara kasat mata.
- cendawan membentuk struktur lapisan hifa tipis pada permukaan akar tetapi tidak setebal mantel pada ektomikoriza.
- hifa menyerang (masuk) kedalam individu sel jaringan korteks.
- adanya struktur khusus berbentuk oval yang disebut "Vesikel" sistem percabangan hifa yang disebut "Arbuskula".

Di bawah mikroskop, jamur mikoriza dapat terlihat sebagai hifa, vesikel, dan atau arbuskular di dalam korteks akar. Karakteristik arbuskular adalah tampak seperti struktur pohon di dalam korteks sel. Bentuk bercabang-cabang dari pohon tersebut menghasilkan luas permukaan yang luas dan berperan dalam pertukaran hara makanan antara inang dan jamur. Vesikel adalah bentuk pembengkakan hifa yang terdapat di dalam dan di antara sel-sel korteks. Jumlah vesikel bertambah banyak dengan semakin tuanya mikoriza dan tanaman. Hifa jamur mikoriza tidak hanya tumbuh di dalam korteks tetapi juga tumbuh menyebar ke dalam tanah dan berfungsi sebagai perpanjangan tangan akar terutama dalam menyerap sumber P anorganik pada jarak yang jauh dari jangkauan rambut akar (Baon, 1994). Struktur secara umum dapat dilihat pada gambar (2.1):

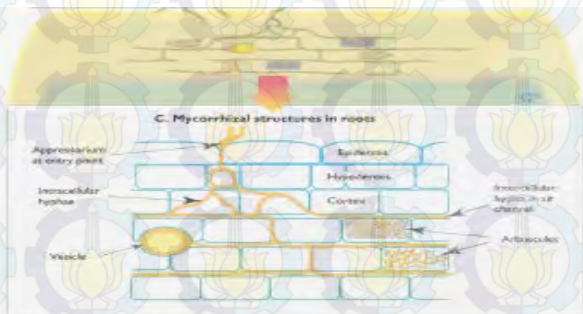


Figure 1.8. Principal components of VAM associations.
 A. Hyphae and other structures produced by Glomalean fungi in soil.
 B. Storage structures (spores, vesicles and auxiliary bodies) produced by fungi in roots in soil.
 C. Structures formed by Glomalean fungi in arbuscular roots.

Gambar 2.1. S truktur mikoriza vesikular arbuskular pada akar (Brundrett, 1996).

2.1.2 Infeksi mikoriza

Akar yang terinfeksi mikoriza merupakan sumber inokulum yang efektif dan efektifitasnya lebih tinggi daripada spora (Gunawan, 1993). Intensitas infeksi akar oleh mikoriza dipengaruhi oleh berbagai faktor, meliputi pemupukan dan nutrisi tanaman, pestisida, intensitas cahaya, musim, kelembaban tanah, pH, kepadatan inokulum dan tingkat ketahanan tanaman. Perakaran yang terinfeksi mikoriza ditandai dengan adanya struktur vesikel, hifa dan arbuskula di dalam korteks akar (Fakuara, 1988).

Menurut Talanca (2005) terjadinya infeksi mikoriza pada akar tanaman melalui beberapa tahap, yakni :

1. Pra infeksi. Spora dari mikoriza berkecambah membentuk appressoria.
2. Infeksi. Dengan alat appressoria melakukan penetrasi pada akar tanaman.
3. Pasca infeksi. Setelah penetrasi pada akar, maka hifa tumbuh secara interselluler, arbuskula terbentuk didalam sel saat setelah penetrasi. Arbuskula percabangannya lebih kuat dari hifa setelah penetrasi pada dinding sel. Arbuskula hidup hanya 4- 15 hari, kemudian mengalami degenerasi dan pemendekan pada sel inang. Pada saat pembentukan arbuskula, beberapa cendawan mikoriza membentuk vesikel pada bagian interselluler, dimana vesikel merupakan pembengkakan pada bagian apikal atau interkalar dan hifa.
4. Perluasan infeksi cendawan mikoriza dalam akar terdapat tiga fase:
 - a. Fase awal dimana saat infeksi primer.
 - b. Fase exponential, dimana penyebaran, dan pertumbuhannya dalam akar lebih cepat.
 - c. Fase setelah dimana pertumbuhan akar dan mikoriza sama.
5. Setelah terjadi infeksi primer dan fase awal, pertumbuhan hifa keluar dari akar dan di dalam rhizosfer tanah. Pada bagian ini struktur cendawan disebut hifa eksternal yang berfungsi dalam penyerapan larutan nutrisi dalam tanah, dan sebagai alat transportasi nutrisi ke akar, hifa eksternal tidak bersepta dan membentuk percabangan dikotom.

Pertumbuhan fungi mikoriza dimulai 2-10 hari setelah diinokulasi pada akar tanaman. Fungi mikoriza mengeluarkan hifa dan memproduksi jaringan radikal (*radical shape network*) dengan diameter 2.5 mm. Kontak pertama antara mycelium dan akar terjadi pada 1-3 hari setelah perkecambahan. Tujuh hari setelah kontak antara fungi-induk, beberapa spora sekunder atau strukturnya seperti vesikel terlihat sama dengan spora sebenarnya kecuali pada ukuran (diameter 20-30 μm). Spora asli yang pertama terbentuk adalah 25 hari setelah terjadi kontak dan jumlah spora akan meningkat secara eksponensial. Spora ini *hyaline* dan keputih-putihan pada awalnya, tetapi berubah menjadi kuning kecoklatan. (Eskandari dan Danesh, 2010).

Setiadi (1989) menjelaskan dugaan bahwa tanaman yang terinfeksi mikoriza dapat menyerap P lebih banyak karena adanya peningkatan aktivitas enzim fosfatase pada rizosfir dan akar tanaman. Potensi mikoriza untuk memperbaiki nutrisi tanaman, sebagai “bioprotection”, meningkatkan resistensi terhadap kekeringan, terlibat dalam siklus biogeokimia (mengefektifkan daur ulang unsur hara untuk mempertahankan produktivitas lahan, stabilitas dan keanekaragaman hayati) sinergis dengan mikroorganisme lainnya. Mikoriza juga dapat dijadikan salah satu teknologi alternatif untuk membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas dan meningkatkan kualitas tanaman.

2.1.3 Manfaat Mikoriza

Menurut Puryono (1998) secara umum peranan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman adalah sebagai berikut :

1. Adanya mikoriza sangat penting bagi persediaan unsur hara dan pertumbuhan tanaman.
2. Adanya simbiose mikoriza pada akar tanaman akan dapat membantu dalam mengatasi kekurangan unsur hara terutama Fosfor (P) yang tersedia dalam tanah. Hal ini disebabkan mikoriza mampu melepaskan ikatan Aluminiumfosfat (AlPO_4) dan Besifosfat (FePO_4) pada tanah-tanah yang asam.

3. Mikoriza dapat meningkatkan unsur hara dengan jalan memperkecil jarak antara akar dengan unsur hara tersebut. Hal ini terjadi melalui pembentukan hifa pada permukaan akar yang berfungsi sebagai perpanjangan akar.

4. Dengan perluasan hifanya, mikoriza akan meningkatkan daya serap dari elemen-elemen yang imobil dalam tanah, misalnya : P, Cu, Zn.

5. Mikoriza dapat membantu memperbaiki dan meningkatkan sifat-sifat struktur agregat tanah.

6. Mikoriza dapat membantu memperbaiki dan meningkatkan pertumbuhan tanaman terutama di daerah yang kondisinya sangat miskin hara, pH rendah, dan kurang air.

7. Simbiosis antar jamur dan akar tanaman dapat melindungi tanaman inangnya terhadap serangan jamur patogen dengan cara mengeluarkan zat antibiotik.

8. Mikoriza juga dapat menghasilkan hormon tumbuh auxin, cytokinin, giberelin, dan vitamin yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman inang.

Sejumlah percobaan telah membuktikan hubungan saling menguntungkan, yaitu adanya cendawan mikoriza sangat meningkatkan efisiensi penyerapan mineral dari tanah. Mikoriza mempunyai hubungan mutualistik dengan tanaman inang, dengan jalan memobilisasi fosfor dan hara mineral lain dalam tanah, kemudian menukarkan hara ini dengan karbon inang dalam bentuk fotosintat. Hal sangat penting, yaitu cendawan mikoriza ini memiliki enzim pospatase yang mampu menghidrolisis senyawa phytat (myoinositol 1,2,3,4,5,6 hexakisphosphat). Phytat adalah senyawa fosfat kompleks, phytat tertimbun didalam tanah hingga 20%-50% dari total fosfat organik, merupakan pengikat kuat (chelator) bagi kation seperti Kalsium (Ca^{++}), Magnesium (Mg^{++}), Zinc (Zn^{++}), Besi (Fe^{++}), dan protein.

Phytat didalam tanah merupakan sumber fosfat, dengan bantuan enzim pospatase phytat dapat dihidrolisis menjadi myoinositol, phosphor bebas dan mineral, sehingga ketersediaan phosphor dan mineral dalam tanah dapat terpenuhi. Dengan demikian cendawan mikoriza terlibat dalam siklus dan dapat memanen unsur P (Hardiatmi, 2008).

2.2. Bahan pembawa inokulum (*carrier*)

Bahan pembawa inokulum yang lazim disebut sebagai *carrier* pada dasarnya merupakan suatu bahan yang dapat digunakan sebagai tempat hidup inokulum pupuk hayati sebelum diaplikasikan dengan tujuan agar tetap hidup selama jangka waktu tertentu sehingga harus dapat mengaktifkan kegiatan mikrobia agar mampu tumbuh dan berkembang pada saat digunakan. Kesuksesan dari inokulan mikrobia tergantung dari beberapa faktor, dimana bahan pembawa (*carrier*) menjadi faktor terpenting (Burton dalam Tyas, 2008).

Carrier biasanya berbentuk padat, semi padat atau substansi cair, yang dapat mendukung kehidupan bacteria dalam jangka waktu tertentu. Salah satu sifat terpenting yang diperlukan dari bahan pembawa (*carrier*) adalah kemampuannya dalam mempertahankan populasi dari inokulan mikrobia agar tetap tinggi selama jangka waktu penyimpanan (Karnataka, 2007).

Menurut (Burton dalam Aji, 1994) syarat-syarat bahan pembawa yang baik untuk inokulan diantaranya adalah:

- tidak bersifat racun bagi mikroba inokulan
- kapasitas penyerapan dan kelembaban relatif baik
- mudah diproses dan tidak berongkah
- mudah disterilisasi dengan menggunakan autoklaf maupun iradiasi Sinar Gamma
- tersedia dalam sumberdaya yang cukup (tidak terbatas)
- murah
- kisaran pH netral
- tidak beracun bagi tanaman.

Bahan pembawa perlu disterilisasi untuk menghindari adanya pertumbuhan mikroba indigenus. Jika mikroba indigenus tumbuh secepat angka dari jumlah mikroba inokulan yang dimasukkan maka dapat memungkinkan lebih banyak mikroba yang tidak diinginkan pada hasil akhir pupuk hayati (Gupta *et al.*, 2007; Motsara *et al.*, 1995).

Saat ini bahan dalam bentuk granul atau butiran dengan diameter 2-3 mm serta bahan alami berupa mineral liat (zeolit), bahan organik (gambut, kompos, arang, dan lain-

lain) merupakan bahan yang dapat digunakan sebagai bahan pembawa (Putri dkk.,2010).

2.2.1 Zeolit

Selama ini, bahan pembawa yang digunakan untuk inokulan cendawan adalah zeolit. Zeolit merupakan mineral yang mampu memperbaiki produktivitas tanah dan tanaman karena bersifat basa, sehingga dapat menetralkan tanah yang bersifat asam, mengurangi daya fiksasi P oleh koloni tanah, meningkatkan KTK, serta aktivitas mikroorganisme dalam tanah (Pratiwi, 2010). Secara umum, zeolit memiliki struktur molekular yang unik, yang mana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen, sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Zeolit mempunyai beberapa sifat, antara lain, mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembab, sebagai penyerap, pemisah, dan katalisator. Dengan sifat tersebut, zeolit dapat digunakan dalam berbagai bidang kegiatan seperti pertanian, peternakan, dan industri. Dalam bidang pertanian, salah satu sifat zeolit yang dipakai antara lain sebagai penyerap, penukar kation, pembenah tanah, dan bahan pembawa cendawan (Ferry, dkk., 2013).

2.2.2 Pasir

Pasir merupakan suatu fraksi berukuran 2,0 – 0,05 mm dan berdasarkan sistem USDA dibedakan atas pasir yang sangat halus, halus, sedang, kasar, dan sangat kasar. Komponen terbesar pasir terdiri dari partikel kuarsa sangat resisten terhadap pelapukan dan mengandung mineral-mineral seperti feldspar dan mika yang menjadi elemen bagi tanaman yang bersifat esensial. Unsur hara pada pasir lebih rendah karena area permukaan pasir yang kecil pergram pasir sehingga unsur hara sedikit yang tersimpan. Namun pasir memiliki kapasitas tukar kation yang tinggi dan serasi yang lebih baik dibandingkan tanah sehingga dapat digunakan sebagai media pertumbuhan tanaman. Aerasi yang baik memperlihatkan bahwa media mengandung gas yang tersedia dalam jumlah cukup dengan perbandingan yang tepat bagi organisme aerobik untuk hidup. Pasir juga

memiliki pori mikro yang lebih banyak daripada tanah liat dengan kelembaban yang rendah namun daya ikat pasir terhadap air rendah karena strukturnya yang kasar (Hardjowigeno, 1992).

Islami dan Utomo (1995) menyatakan bahwa mikoriza dapat berkembang baik apabila tidak ada hambatan aerasi. Oleh karena itu, mikoriza akar dapat berkembang lebih baik pada tanah berpasir dibandingkan pada tanah berliat atau gambut. Tanah berpasir dengan tekstur kasar dan unsur hara yang rendah, serta mempunyai kapasitas tukar kation tinggi sehingga sangat baik sebagai medium tumbuh untuk produksi inokulum mikoriza arbuskula (Gunawan, 1993).

2.2.3 Tanah asal Desa Condro

Tanah mineral yang dapat berfungsi sebagai media tumbuh ideal secara material tersusun oleh tiga komponen, yaitu bahan padatan (mineral dan bahan organik), air, dan udara (oksigen). Berdasarkan volumenya, maka tanah rata – rata terdiri dari : (1) 50 % padatan, berupa 45 % bahan mineral dan 5 % bahan organik, dan (2) 50 % ruang pori, berisi 25 % air dan 25 % udara. Masing-masing komponen tanah tersebut berperan penting dalam menunjang fungsi tanah sebagai media tumbuh, sehingga variabilitas ketiga komponen tanah ini akan berdampak terhadap variabilitas fungsi tanah sebagai media tumbuh tanaman (Hanafiah, 2005). Pada bidang pertanian, tanah merupakan media tumbuh tanaman. media yang baik bagi pertumbuhan tanaman harus mampu menyediakan kebutuhan tanaman seperti air, udara, unsur hara, dan terbebas dari bahan – bahan toksik dengan konsentrasi yang berlebihan (Agus, *et al.*, 2006).

Menurut Hardjowigeno (1992) tekstur tanah menunjukkan kasar halusnya tanah. Tekstur tanah merupakan perbandingan antara butir-butir pasir, debu dan liat. Tekstur tanah dikelompokkan dalam 12 kelas tekstur. Kedua belas kelas tekstur dibedakan berdasarkan prosentase kandungan pasir, debu dan liat. Tanah asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang yang digunakan sebagai media pembawa kontrol dalam penelitian ini digolongkan

dalam kelas tekstur lempung liat berpasir (*sandy-clay-loam*) dengan persen liat sebesar 30% dan persen pasir sebesar 50%. Ciri-ciri dari tekstur ini terasa halus dengan sedikit bagian agak kasar, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh, dan dapat dibentuk gulungan mudah hancur.

Beberapa sifat kimia yang biasa digunakan sebagai parameter adalah pH tanah, karbon tanah, nitrogen, C/N, fosfat tersedia tanah. Beberapa sifat kimia tanah dapat menilai apakah suatu tanah merupakan tanah yang potensial atau tidak (Hanafiah, 2005). C organik dalam tanah ini sebesar 7.18% dengan N total sebesar 0.13%. Rasio C/N pada tanah ini sebesar 56. Kategorisasi tingkat kandungan bahan organik tanah menurut Balai Besar Penelitian Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) adalah rendah apabila kurang dari 2%, sedang apabila kandungan bahan organik tanah 2-3%, dan tinggi apabila lebih dari 3%. Meskipun kandungan bahan organik kebanyakan tanah hanya berkisar 2-10% namun peranannya sangatlah penting (Bot dan Benites, 2005). Rentang pH tanah pada lahan budidaya di Desa Condro ini sekitar 5.9- 6.4. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion H^+ didalam tanah, semakin masam tanah tersebut. Pada pH tanah yang kurang 6,5 akan banyak Al, dan Mn yang akan mengikat P dalam tanah. Hasil analisis tanah menunjukkan Fosfat tersedia pada tanah sebesar 25.15 mg/kg dan KTK dari tanah ini sebesar 8.41 me / 100mg.

BAB III METODOLOGI

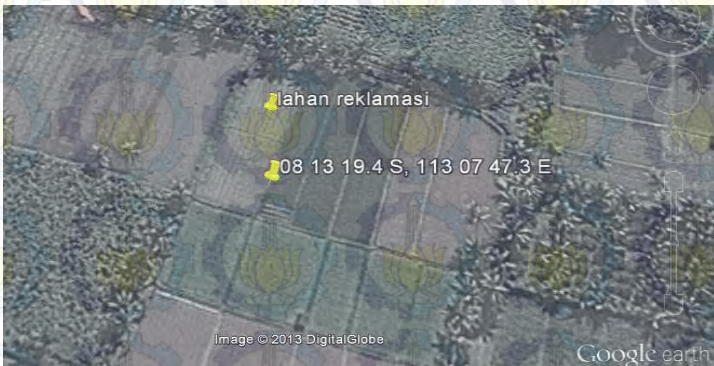
3.1 Waktu dan tempat Penelitian

Penelitian berlangsung dari bulan Februari – Juni 2014 di *greenhouse* dan Laboratorium Botani Jurusan Biologi ITS.

3.2 Metode yang Digunakan

3.2.1 Pengambilan sampel tanah

Pengambilan sampel dilakukan di lahan budidaya UMKM Multi Agro Makmur Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang yang terletak pada koordinat S 08°13'19.4" dan E 113°07'47.3" seperti pada gambar (3.1).



Gambar 3.1.1 okasi pengambilan sampel (Google earth, 2013).

Sampel tanah diambil pada daerah rhizosphere kacang tanah pada kedalaman \pm 0-20 cm (lapisan top soil). Metode pengambilan sampel tanah dilakukan secara komposit. Kemudian dilakukan analisis fisik dan kimia pada sampel tanah lokasi pengambilan.

3.2.2 Isolasi mikoriza asal Desa Condro

Isolasi mikoriza asal Desa Condro dilakukan di Laboratorium Botani dan Laboratorium Zoologi Biologi ITS Surabaya menggunakan metode tuang saring basah dan teknik sentrifugasi sukrosa (Brundrett *et al.*, 1996). Sampel tanah yang telah diperoleh dari perakaran kacang diambil

sebanyak 100 gram dan dibasahi dengan air sebanyak 500 ml dan dicampur merata dan didiamkan selama 10 menit sampai partikel-partikel mengendap. Kemudian disaring dengan saringan bertingkat dengan pori berukuran 300, 180, 78, 63 dan 38 μ m. Hasil penyaringan yang terakhir dipindahkan ke dalam tabung sentrifuge dan ditambahkan larutan glukosa 60%, kemudian disentrifugasi selama 5 menit pada 2000 rpm. Supernatan yang terbentuk dituang pada saringan terakhir (38 μ m) dan dibilas dengan air untuk menghilangkan sukrosa, kemudian spora hasil penyaringan yang terakhir dipindahkan ke dalam cawan petri kemudian diamati dibawah mikroskop stereo pada perbesaran 400x. Identifikasi mikorhiza dilakukan berdasarkan karakter morfologi spora mikorhiza meliputi bentuk spora serta warna spora (Brundrett *et al.*, 1996).

3.2.3 Perbanyakan propagul mikoriza asal desa Condro

Untuk memperoleh propagul mikoriza indigenus dalam jumlah banyak melalui perbanyakan pada tanaman jagung. Perbanyakan propagul mikoriza asal Desa Condro pada jagung dimulai dari persiapan media tumbuh. Media yang digunakan untuk memperbanyak propagul mikoriza pada jagung adalah tanah taman dicampur dengan kompos sebagai pupuk dasar dengan perbandingan 3:1. Media tanam tersebut selanjutnya disterilkan dan dikeringkan dengan menggunakan autoklaf. Kemudian ditimbang sebanyak 1 kg dengan ukuran polybag 25 cm x 25 cm, lalu ditambahkan tanah dari daerah asal yaitu di daerah desa Condro, Lumajang \pm 3-5 cm dari permukaan polybag. Penanaman jagung dilakukan pada polybag yang telah berisi tanah, setiap polybag diisi dengan benih jagung sebanyak satu benih per lubang. Tanaman jagung yang bermikoriza (umur 1 bulan) dalam polybag tersebut selanjutnya dilakukan stressing selama 4 minggu. Setelah dilakukan stressing atau tanaman telah mati dan media kering, dilakukan *topping* yaitu memotong tajuk tanaman inang dengan menyisakan batang bawahnya kurang lebih tinggal $\frac{3}{4}$ nya saja. Media tanam dalam polybag dibongkar dan akar tanaman dipotong

pendek – pendek kurang lebih 1 cm dan dicampur dengan media tanam barulah didapatkan propagul.

3.2.4 Uji viabilitas mikoriza

Uji viabilitas propagul dilakukan dengan metode MPN 5 seri. Propagul mikoriza diambil sebanyak 500 g dan diletakkan dalam polibag disebut sebagai pengenceran 10^0 . Dilakukan seri pengenceran 10^{-1} dengan cara diambil sebanyak 50 g propagul mikoriza dan diinokulasikan ke dalam 450 g tanah steril, selanjutnya dilakukan hal yang sama sampai pengenceran 10^{-3} , kemudian diatasnya ditumbuhkan tanaman jagung. Setelah \pm 1 bulan, tanaman diambil dari media tanam dan dibersihkan perakarannya dari tanah. Selanjutnya dilakukan pengamatan persentase infeksi akar dengan menggunakan mikroskop, dilakukan perhitungan infeksi akar pada tiap pengenceran, dan dihitung jumlah spora per gram tanah menggunakan tabel MPN (Porter, 1979).

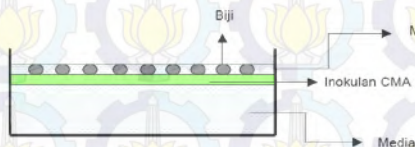
3.2.5 Persiapan media pembawa (*carrier*)

Media pembawa (tanah taman, pasir, zeolit) dibersihkan dari kotoran-kotoran kemudian dikeringanginkan pada suhu ruangan. Masing- masing media dimasukkan plastik tahan panas kemudian dilakukan sterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 45 menit pada tekanan 1 atm. Setelah steril, media pembawa dimasukkan ke dalam polybag. Dilakukan 7 level kombinasi media tanam berbeda dengan perbandingan 1 : 1 yang diasumsikan sebesar 1 kg. Berikut kombinasi media pembawa yang akan digunakan :

- a. Tanah asal lahan budidaya Desa Condro (sebagai kontrol)
- b. Tanah asal : Pasir : Zeolit = 1 : 1 : 1
- c. Tanah asal : Pasir = 1 : 1
- d. Tanah asal : Zeolit = 1 : 1
- e. Zeolit
- f. Zeolit : Pasir = 1 : 1
- g. Pasir

3.2.6 Aplikasi propagul mikoriza pada berbagai media pembawa (*carrier*)

Benih jagung direndam dalam air selama 2jam, kemudian benih jagung ditiriskan. Penggunaan propagul mikoriza dilakukan dengan menggunakan sistem lapisan pada setiap lubang tanam dan disiram air. Media pembawa sebanyak 1 kg, kemudian di atasnya dilapisi dengan propagul mikoriza sebanyak 50gram. Kemudian jagung disemaikan dengan kedalaman 3 cm sebanyak 3 benih per polybag (Bertham, 2009), setelah itu lubang tanam ditutup dengan media pembawa sebanyak 150 gram. Penjarangan dilakukan pada 2 M ST, yakni dipilih tanaman yang pertumbuhannya kurang baik agar pertumbuhan seluruh tanaman tumbuh seragam. Penjarangan dilakukan dengan menyisakan 1 tanaman setiap polybag dengan pertumbuhan relatif seragam (Bertham, 2009). Tanaman diamati selama 30 hari setelah masa tanam.



Gambar 3.2. Aplikasi propagul mikoriza dengan sistem lapisan.

3.2.7 Parameter pengamatan

3.2.7.1 Persen infeksi mikoriza

Pengamatan derajat infeksi dilakukan dengan cara akar dibersihkan dengan air. Akar disimpan dalam formalin aceto-alkohol (FAA) untuk fiksasi sebelum dilakukan pengecatan. Akar direndam dalam KOH 10% dan dipanaskan dengan autoclave selama 15menit pada 121°C. Kemudian dicuci dengan air. Lalu diputihkan dengan hydrogen peroksida alkali (H_2O_2) kemudian dicuci dengan air. Lalu diasamkan akar dengan HCl 1 %. Kemudian akar direndam dalam larutan cat trypan blue dengan konsentrasi 0,05% w/v dalam laktogliserol dan dipanaskan dalam autoclaf pada 121°C selama 15 menit. Cat dibuang dan akar

direndam dalam laktogliserol. Selanjutnya diamati dengan mikroskop (Utobo, 2011).

Potongan akar diamati dengan mikroskop perbesaran 100 x. Persen infeksi mikoriza dihitung dari jumlah akar yang terinfeksi dari 10 potongan akar yang diamati. Akar yang terinfeksi ditandai dengan adanya vesikel atau arbuskel dalam korteks akarnya.. Presentase infeksi mikoriza dihitung :

$$\% \text{ infeksi} = \frac{\Sigma \text{ akar yang terinfeksi}}{\Sigma \text{ seluruh akar}} \times 100\%$$

(Schenck dalam Nurhidayati *et al.*, 2010).

3.2.7.2 Uji viabilitas mikoriza

Uji viabilitas inokulum dilakukan dengan metode MPN 5 seri. Media pembawa yang sebelumnya telah ditanami jagung selama 1 bulan untuk pengamatan infeksi akar diambil sebanyak 500 g dan diletakkan dalam polibag disebut sebagai pengenceran 10^0 . Dilakukan seri pengenceran 10^{-1} dengan cara diambil sebanyak 50 g inokulum mikoriza dan diinokulasikan ke dalam 450 g tanah steril, selanjutnya dilakukan hal yang sama sampai pengenceran 10^{-3} , kemudian diatasnya ditumbuhkan tanaman jagung. Setelah \pm 1 bulan, tanaman diambil dari media tanam dan dibersihkan perakarannya dari tanah. Selanjutnya dilakukan pengamatan persentase infeksi akar dengan menggunakan mikroskop, dilakukan perhitungan infeksi akar pada tiap pengenceran, dan dihitung jumlah spora per gram tanah menggunakan tabel MPN (Porter, 1979).

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang dikelompokkan atas satu perlakuan yaitu kombinasi media pembawa (*carrier*) dengan 7 level yaitu :

- Tanah asal lahan budidaya Desa Condro (sebagai kontrol)
- Tanah asal : Pasir : Zeolit = 1 : 1 : 1
- Tanah asal : Pasir = 1: 1

d. Tanah asal : Zeolit = 1 : 1

e. Zeolit

f. Zeolit : Pasir = 1 : 1

g. Pasir

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah persen infeksi mikoriza dan viabilitas mikoriza. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan atau kombinasi perlakuan terhadap parameter yang diukur dilakukan uji statistik ANOVA *one way* yang dilanjutkan dengan uji lanjut Dunnet dengan taraf kepercayaan 5%. Rancangan penelitian sebagai berikut Tabel 3.1. Rancangan penelitian

ULANGAN	Bahan Pembawa (P)						
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
1							
2							
3							
4							

Keterangan : P₁: Tanah asal (kontrol) ; P₂ : Tanah: Pasir: zeolit; P₃: Tanah : Pasir; P₄: Tanah: Zeolit; P₅: Zeolit; P₆: Zeolit: Pasir; P₇: Pasir

Tabel pengamatan parameter persen infeksi akar seperti berikut:

Tabel 3.2. Pengamatan infeksi akar

Jenis bahan pembawa (Carrier)	Ulangan ke-	Pengamatan ke-					Total infeksi	% infeksi
		1	2	3	4	5		
		+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	n	
		+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	n	
		+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	n	

Keterangan:

n = jumlah akar yang terinfeksi

+ = akar terinfeksi

- = akar tidak terinfeksi

Dari hasil tabel pengamatan infeksi akar, dilihat tingkat persen infeksi akar yang terdiri dari 5 kelas mengacu pada (Rajapakse dan Miller *dalam* Nurhandayani dkk, 2013) yaitu:

Tabel 3.3. Tingkat persen infeksi akar

Kelas	Range infeksi akar	Kategori
1	0% - 5%	Sangat rendah
2	6% - 25%	Rendah
3	26% - 50%	Sedang
4	51% - 75%	Tinggi
5	76% - 100%	Sangat tinggi

Sedangkan tabel pengamatan untuk uji viabilitas sebagai berikut :

Tabel 3.4. Pengamatan uji viabilitas

Pengenceran	Pengamatan ke-					Frekuensi	
	1	2	3	4	5		
10^0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	N	
10^{-1}	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	N	
10^{-2}	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	N	
10^{-3}	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	N	

Keterangan:

N = jumlah akar yang terinfeksi

1 = akar terinfeksi

0 = akar tidak terinfeksi

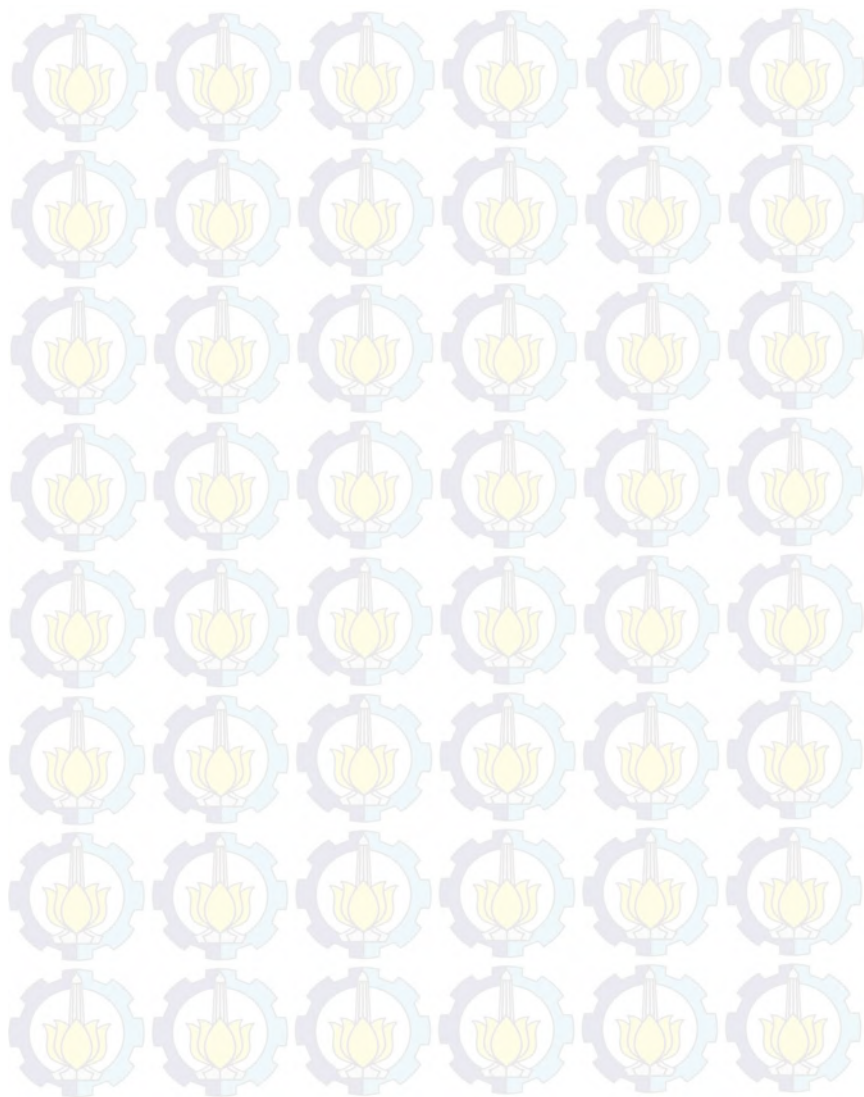
Setelah didapat jumlah akar terinfeksi dari tabel pengamatan uji viabilitas, dipilih tiga seri pengenceran terakhir yang menghasilkan kolonisasi akar lalu masing-masing dinyatakan sebagai P1, P2, dan P3. Kemudian dicocokkan angka P1, P2, dan P3 dengan angka pada Tabel MPN (Halvorson dan Ziegler *dalam* Nusantara dkk., 2012).

Tabel 3.5. Tabel MPN

Kode pengenceran		P_1					
P_1	P_2	0	1	2	3	4	5
0	0	-	0,018	0,036	0,054	0,072	0,090
0	1	0,018	0,036	0,055	0,073	0,091	0,110
0	2	0,037	0,055	0,074	0,092	0,110	0,130
0	3	0,056	0,074	0,093	0,110	0,130	0,150
0	4	0,075	0,094	0,110	0,130	0,150	0,170
0	5	0,094	0,110	0,130	0,150	0,170	0,190
1	0	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120
1	1	0,040	0,061	0,081	0,100	0,120	0,140
1	2	0,061	0,082	0,100	0,120	0,150	0,170
1	3	0,083	0,100	0,130	0,150	0,170	0,190
1	4	0,110	0,130	0,150	0,170	0,190	0,220
1	5	0,130	0,150	0,170	0,190	0,220	0,240
2	0	0,045	0,068	0,091	0,120	0,140	0,160
2	1	0,068	0,092	0,120	0,140	0,170	0,190
2	2	0,093	0,120	0,140	0,170	0,190	0,220
2	3	0,120	0,140	0,170	0,200	0,220	0,230
2	4	0,150	0,170	0,200	0,230	0,250	0,280
2	5	0,170	0,200	0,230	0,260	0,290	0,320
3	0	0,078	0,110	0,130	0,160	0,200	0,230
3	1	0,110	0,140	0,170	0,200	0,230	0,270
3	2	0,140	0,170	0,200	0,240	0,270	0,310
3	3	0,170	0,210	0,240	0,280	0,310	0,350
3	4	0,210	0,240	0,280	0,320	0,360	0,400
3	5	0,250	0,290	0,320	0,370	0,410	0,450
4	0	0,130	0,170	0,210	0,250	0,300	0,360
4	1	0,170	0,210	0,260	0,310	0,360	0,420
4	2	0,220	0,260	0,320	0,380	0,440	0,500
4	3	0,270	0,330	0,390	0,450	0,520	0,590
4	4	0,340	0,400	0,470	0,540	0,620	0,690
4	5	0,410	0,480	0,560	0,640	0,720	0,810
5	0	0,230	0,310	0,430	0,580	0,760	0,950
5	1	0,330	0,460	0,640	0,840	1,100	1,300
5	2	0,490	0,700	0,950	1,200	1,500	1,800
5	3	0,790	1,100	1,400	1,800	2,100	2,500
5	4	1,300	1,700	2,200	2,800	3,500	4,300
5	5	2,400	3,500	5,400	9,200	16,00	-

Hasilnya kemudian dibagi dengan faktor pengenceran pada P_2 untuk mendapatkan MPN dari contoh asli. Kemudian didapat nilai yang kemudian dibagi dengan faktor pengenceran P_2 yaitu 10^{-2} atau dikalikan dengan kebalikan faktor pengenceran (10^2) yang menghasilkan jumlah propagul mikoriza per gram bobot tanah atau media yang digunakan (Nusantara dkk., 2013). Syarat teknis jumlah populasi mikroba pada pupuk hayati tunggal dan majemuk yang disarikan dari Permentan Nomor: 70/Permentan/SR.140/ 10/2011 untuk jenis pupuk hayati mikoriza arbuskular (total propagul) sebesar ≥ 50 MPN/gr.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Persen Infeksi Mikoriza

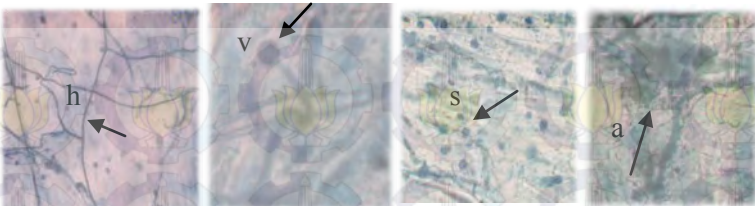
Pada penelitian ini telah dilakukan isolasi dan identifikasi mikoriza dari lahan budidaya UMKM Multi Agro Makmur Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang. Berdasarkan hasil identifikasi morfologi didapatkan 4 genus mikoriza, antara lain *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, dan *Acaulospora*. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan pembuatan propagul mikoriza yang dirakit dengan berbagai bahan pembawa, dimana dalam penelitian ini ada 7 jenis bahan pembawa yaitu bahan pembawa yang berasal dari tanah asal Desa Condro (sebagai kontrol), pasir, zeolit, kombinasi tanah asal:pasir:zeolit, kombinasi tanah asal:pasir, kombinasi pasir:zeolit, dan kombinasi tanah asal:zeolit. Untuk mengetahui efektivitas dari masing-masing bahan pembawa maka dilakukan pengamatan dengan persen infeksi mikoriza dan jumlah spora yang *viable* sebagai parameter utama.

Penghitungan persen infeksi mikoriza dilakukan dengan metode perkiraan slide, potongan akar sekitar 1cm panjangnya diseleksi acak dari sampel akar yang telah diwarnai. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop dengan meletakkannya pada gelas objek sebanyak 10 potong tiap grupnya. Ada tidaknya infeksi dicatat dari setiap potongan 10 akar tersebut, kemudian hasilnya diekspresikan dalam persentase dengan rumus :

$$\frac{\Sigma \text{akar yang terinfeksi}}{\Sigma \text{seluruh akar}} \times 100\%$$

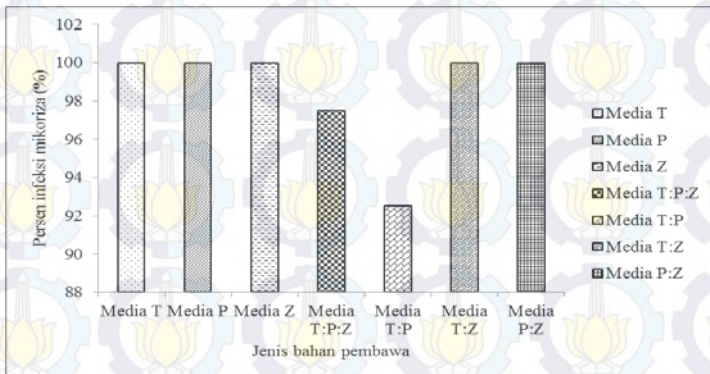
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa kombinasi bahan pembawa (*carrier*) mempengaruhi tingkat infeksi mikoriza terhadap tanaman inang jagung (*Zea mays*). Hal ini dibuktikan adanya struktur hifa, vesikel, arbuskular dan spora yang tampak pada perakaran tanaman inang (Gambar 4.1). Menurut Delvian

(2003) akar dikatakan terinfeksi jika terdapat minimal salah satu dari hifa, vesikel dan arbuskular, maupun spora.



Gambar 4.1. Penampang Akar yang Terinfeksi Mikoriza
Keterangan: (h) struktur hifa, (v) struktur vesikel, (s) spora, (v) arbuskular . Perbesaran 100x

Perhitungan persen infeksi mikoriza dilakukan untuk mengetahui efektivitas mikoriza dalam menginfeksi akar tanaman inang. Efektivitas infeksi dilihat berdasarkan klasifikasi dari kolonisasi akar yang telah dikembangkan oleh The Institute of Mycorrhizal Research and Development, USDA Forest Service, Athens, Georgia. Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan data seperti berikut :



Gambar 4.2. Pengaruh berbagai bahan pembawa terhadap persen infeksi mikoriza.

Keterangan: T: Tanah; P: Pasir; Z: Zeolit; T:P:Z : Tanah:Pasir:Zeolit; T:P : Tanah:Pasir; T:Z : Tanah:Zeolit; P:Z : Pasir:Zeolit

Berdasarkan Gambar (4.2) dapat diketahui bahwa rentang persen infeksi mikoriza pada berbagai bahan pembawa berkisar pada 92,5 – 100 %. Tingkat infeksi

perakaran merupakan sebuah gambaran besarnya simbiosis antara mikoriza dengan perakaran tanaman (Prematuri dan Faiqoh, 1999). Menurut Tabel klasifikasi infeksi (Rajapakse dan Miller *dalam* Nurhandayani dkk, 2013) rentang nilai tersebut tergolong dalam tingkat 5 dengan kategori sangat tinggi.

Tabel 4.1. Tingkat persen infeksi akar

Kelas	Range infeksi akar	Kategori
1	0% - 5%	Sangat rendah
2	6% - 25%	Rendah
3	26% - 50%	Sedang
4	51% - 75%	Tinggi
5	76% - 100%	Sangat tinggi

(Rajapakse dan Miller *dalam* Nurhandayani dkk, 2013).

Hal ini mengindikasikan telah terjadi simbiosis yang baik antara akar tanaman inang dengan mikoriza. Maka dapat dikatakan bahwa semua bahan pembawa dapat dikandidatkan sebagai media pembawa bagi inokulan mikoriza. Selain persen infeksi akar, ada persyaratan lain sehingga media dapat dikatakan baik sebagai bahan pembawa bagi mikoriza seperti yang diungkapkan oleh Syah, dkk. (2006), bahwa media yang digunakan untuk mengemas spora mikoriza selain harus mudah diperoleh dengan harga yang murah juga harus tahan simpan dan mudah larut dalam air agar spora yang berada di dalamnya dapat keluar dan segera aktif untuk menginfeksi akar tanaman.

Bahan pembawa yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikatakan efektif karena berpengaruh pada tingginya infeksi mikoriza, dimana mikoriza yang digunakan berasal dari propagul asal Desa Condro. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Setiadi (1998) bahwa infeksi mikoriza akan lebih efektif, apabila mengembalikan jenis-jenis mikoriza indigenus.

Hasil analisis dengan uji ANOVA *one way* menunjukkan bahwa kombinasi dari berbagai bahan pembawa tidak memberi pengaruh nyata terhadap persentase infeksi akar.

Dapat dilihat dari nilai *P-value* sebesar 0,12 ($P > 0,05$). Persen infeksi akar kurang bisa menggambarkan suatu bahan pembawa dapat dikatakan efektif terhadap propagul mikoriza. Hal ini dikarenakan kemampuan mikoriza yang sangat mudah berasosiasi dengan tanaman, terlebih tanaman inang yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanaman Jagung yang sangat peka dan tanggap terhadap mikoriza. Tingginya infeksi mikoriza pada akar terkait dengan tipe perakaran tanaman inang yang digunakan. Dijelaskan oleh Bintoro dalam Sastrahidayat (2011) bahwa mikoriza lebih tanggap dan peka dalam menginfeksi akar yang memiliki tipe graminoid (halus dan mempunyai bulu akar yang banyak), tipe ini dimiliki oleh tanaman jagung yang dijadikan sebagai inang dalam penelitian ini. Untuk mengetahui efektivitas bahan pembawa terhadap inokulan mikoriza, selain dari persen infeksi mikoriza juga perlu diketahui jumlah spora yang *viable* dengan menggunakan uji viabilitas mikoriza.



Gambar 4.3. Tipe perakaran graminoid pada tanaman jagung.

4.2 Viabilitas Mikoriza

Perlakuan uji viabilitas pada berbagai macam kombinasi bahan pembawa terhadap propagul mikoriza diharapkan memberikan informasi berapa banyak jumlah spora yang viabel pada masing-masing *carrier* sehingga nantinya diketahui *carrier* manakah yang paling efektif sebagai bahan pembawa mikoriza. Jumlah spora sangat efektif digunakan untuk mengetahui perkecambahan spora yang telah dihasilkan oleh mikoriza. Pengaruh perlakuan berbagai bahan pembawa terhadap viabilitas propagul mikoriza dapat dilihat di Tabel (4.2).

Tabel 4.2 Jumlah Spora dari Berbagai Bahan Pembawa

bahan pembawa	jumlah spora / gr media
Tanah asal (kontrol)	1600 ^a
Pasir	920 ^b
Zeolit	1600 ^a
Tanah asal : Pasir : Zeolit	1600 ^a
Tanah asal : Pasir	1600 ^a
Tanah asal : Zeolit	1600 ^a
Pasir : Zeolit	920 ^b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji Dunnet pada taraf 5%

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa jumlah spora mikoriza yang dihasilkan banyak, baik dari bahan pembawa tanah asal Desa Condoro baik secara tunggal maupun dimodifikasi. Bahan pembawa dari tanah, zeolit, tanah:pasir:zeolit, tanah:pasir, dan tanah:zeolit dapat menghasilkan 1600 spora / gram media. sedangkan media pasir dan pasir:zeolit menghasilkan 920 spora/gram media. Meskipun jenis *carrier* pasir dan pasir:zeolit hanya menghasilkan 920 spora, masih dapat dikatakan efektif karena berdasarkan Syarat teknis jumlah populasi mikroba pada pupuk hayati tunggal dan majemuk yang disarikan dari Permentan Nomor: 70/Permentan/SR.140/ 10/2011 untuk jenis pupuk hayati mikoriza arbuskular (total propagul) sebesar ≥ 50 MPN/gr.

Hasil analisis dengan uji ANOVA *one way* (Tabel 4.2) menunjukkan bahwa kombinasi dari berbagai bahan pembawa memberi pengaruh nyata terhadap jumlah spora yang dihasilkan. dengan nilai *P-value* sebesar 0,000 ($P < 0,05$). Dapat dilihat dari (Tabel 4.2) bahwa viabilitas mikoriza tinggi ketika melibatkan media pembawa dari tanah asal, dimana dalam studi ini tanah berasal dari lahan UMKM Desa Condoro. Untuk pengemasan spora mikoriza

dibutuhkan bahan pencampur yang biasa disebut *carrier* (pembawa) dan bahan untuk mengemas. Pembawa yang digunakan harus memenuhi beberapa persyaratan persyaratan antara lain harus steril (bebas mikroorganisme), netral (tidak mengandung unsur hara dan bahan kimia lainnya), tidak mempengaruhi aktivitas spora yang dikemas, mudah dibentuk dan mudah diperoleh dengan harga yang murah (Syah dkk., 2006).

Bahan pembawa jenis tanah asal Desa Condro yang dijadikan kontrol pada penelitian ini berpotensi dijadikan sebagai media pembawa bagi inokulan / propagul mikoriza, terlebih mikoriza yang digunakan merupakan mikoriza indigenus. Akan tetapi jika hanya mengandalkan tanah saja dianggap kurang baik, mengingat tanah yang digunakan berasal dari lahan yang terbatas luasannya, sehingga jika digunakan terus menerus ditakutkan hanya akan mengambil lapisan bagian *top soil* dan jika digunakan secara terus menerus ditakutkan akan mengalami degradasi lahan. Sehingga akan lebih baik jika digunakan modifikasi dari tanah asal dengan media lain seperti zeolit atau pasir yang juga digunakan pada penelitian ini.

Zeolit baik digunakan sebagai bahan pembawa karena bersifat stabil dan tidak mudah berubah atau rusak karena siraman air (Bertham, 2003). Zeolit merupakan mineral yang mampu memperbaiki produktivitas tanah dan tanaman karena bersifat basa, sehingga dapat menetralkan tanah yang bersifat asam, mengurangi daya fiksasi P, dan meningkatkan KTK serta aktivitas mikroorganisme dalam tanah (Deptan, 2001). Akan tetapi keberadaan zeolit ini masih agak sulit ditemukan dan harganya yang agak lebih mahal dibanding bahan pembawa lainnya seperti tanah dan pasir.

Pasir memiliki ukuran partikel terbesar di antara partikel tanah yang lain dan karena ukurannya yang besar, media pasir yang tidak memiliki kelembapan dan drainase yang baik mengakibatkan mikoriza mengeluarkan senyawa hormonal untuk tanaman inangnya. Senyawa hormonal auksin, sitokinin, dan giberelin dihasilkan oleh mikoriza (Gunawan, 1993).

Auksin berfungsi memperlambat proses penuaan akar sehingga fungsi akar sebagai penyerap hara dan air akan bertahan lebih lama (Imas *et al.*, 1989). Namun memiliki luas permukaan kumulatif yang relatif kecil, sehingga kemampuan menyimpan air sangat rendah atau tanahnya lebih cepat kering. Pasir mengandung unsur hara fosfor (0,08 g), kalium (2,53 g), kalsium (2,92 g), Fe_2O_3 (5,19 g) dan MgO (1,02 g) (Fahmi, 2013). Selain itu bobot pasir yang sangat berat dianggap kurang praktis sehingga agak sulit untuk ditransportasikan dalam jarak jauh.

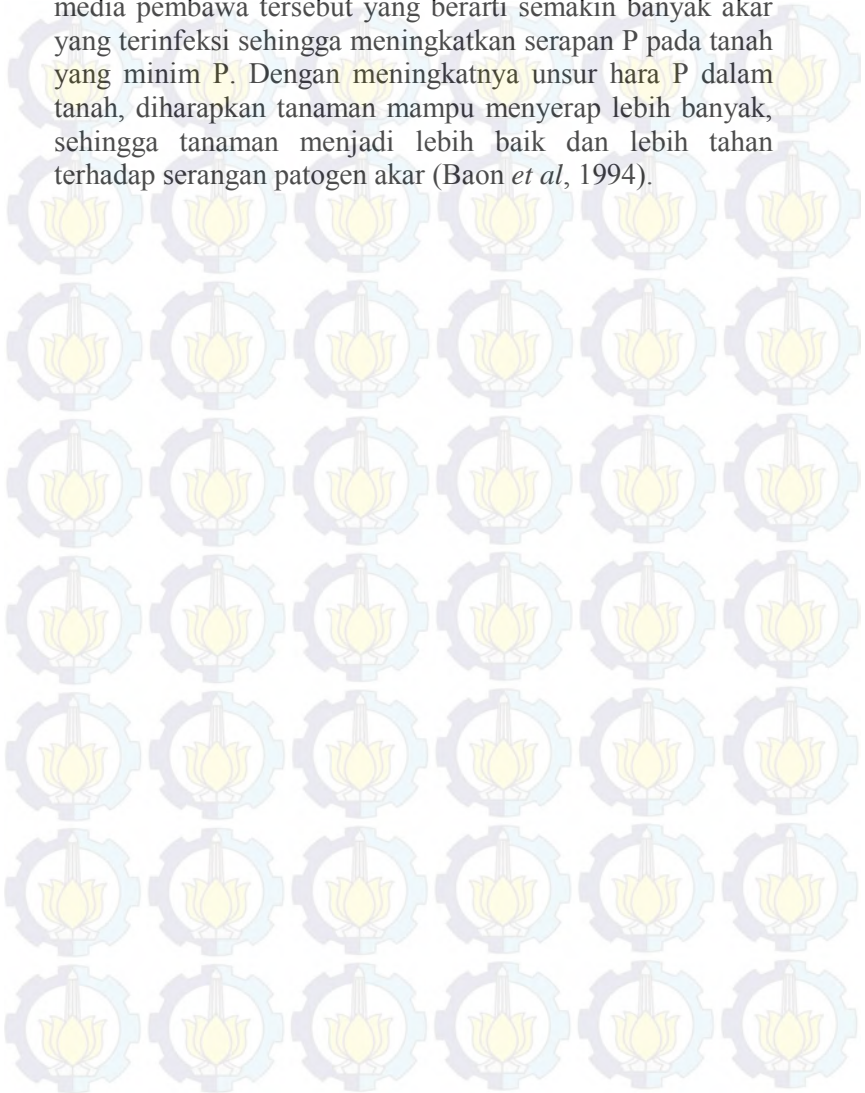
Kombinasi bahan pembawa tanah:pasir memiliki kelebihan yaitu aerasi yang cukup baik pada bahan ini. Islami dan Utomo (1995) menyatakan bahwa mikoriza dapat berkembang baik apabila tidak ada hambatan aerasi. Oleh karena itu, mikoriza akar dapat berkembang lebih baik pada tanah berpasir dibandingkan pada tanah berliat atau gambut. Tanah berpasir dengan tekstur kasar dan unsur hara yang rendah, serta mempunyai kapasitas tukar kation tinggi sehingga sangat baik sebagai medium tumbuh untuk produksi inokulum mikoriza arbuskula (Gunawan, 1993).

Bahan pembawa lain seperti kombinasi tanah:zeolit, kombinasi tanah:pasir:zeolit, dan kombinasi tanah:pasir juga masih dapat digunakan sebagai bahan pembawa alternatif bagi propagul mikoriza.

Spora merupakan alat reproduksi bagi mikoriza. Sehingga semakin tinggi jumlah spora menunjukkan bahwa mikoriza berkembang baik pada perakaran tanaman (Ferry, 2013). Bila jumlah spora dan tingkat infeksi akar dijadikan acuan sebagai bentuk produk yang dikomersilkan maka dari hasil penelitian ini semua kombinasi bahan pembawa efektif digunakan sebagai bahan pembawa propagul mikoriza.

Menurut Ferry (2013), adanya potensi yang besar untuk dijadikan pupuk hayati maka sejumlah produk mikoriza telah diusahakan secara komersial. Dimana produk mikoriza ini berbentuk inokulan yang umumnya berbentuk spora. Spora yang dihasilkan dicampur dengan bahan pembawa (*carrier*). Jumlah spora dapat menggambarkan efektivitas

suatu bahan pembawa bahwa dengan banyaknya spora yang dihasilkan pada suatu media pembawa tersebut maka akan semakin maksimal mikoriza tersebut memaksimalkan ruang media pembawa tersebut yang berarti semakin banyak akar yang terinfeksi sehingga meningkatkan serapan P pada tanah yang minim P. Dengan meningkatnya unsur hara P dalam tanah, diharapkan tanaman mampu menyerap lebih banyak, sehingga tanaman menjadi lebih baik dan lebih tahan terhadap serangan patogen akar (Baon *et al*, 1994).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Semua bahan pembawa dan kombinasi yang digunakan efektif digunakan sebagai *carrier* propagul mikoriza.
2. Hasil persentase infeksi akar berada pada kisaran 92,5 – 100% yang dikategorikan sangat tinggi tingkat infeksi akarnya. Sedangkan hasil dari uji viabilitas menunjukkan jumlah spora 920 / gram media dan 1600 / gram media, dimana jumlah ini sudah memenuhi syarat teknis mikoriza dikatakan efektif. Sehingga dapat dikandidatkan sebagai *biofertilizer*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan kedepannya untuk mengaplikasikan propagul mikoriza menjadi *biofertilizer* maka perlu melibatkan media pembawa dari tanah asal dan juga dalam perbanyakan mikoriza juga diperlukan tanaman inang, dalam hal ini perlu inang yang memiliki perakaran yang mudah bersimbiosis dengan mikoriza.

DAFTAR PUSTAKA

Aji, A. S. 1994. Ketahanan Hidup *Rizopseudomonas* dalam Media Kompos dan Gambut serta Efektivitasnya sebagai Pemicu Pertumbuhan Tanaman dan Pengendali Penyakit Layu Bakteri pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculatum*). **Skripsi**. Bogor: Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Agus F., Kurnia U., Adimihardja A., dan Dariah A. 2006. **Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya**. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Departemen Pertanian.

Baon, J.B. 1994. Kopi Organik Perlu Mikoriza. **Prosiding Gelar Teknologi Kopi Arabika Organik**. hal. 129-134. Takengon. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember, 143 hal.

Bertham, YH. 2003. Teknik Pemurnian Biakan monoxonic CMA dengan Metode Cawan Petri dan Tabung reaksi. **Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia**. 5: 18-26

Bot, A., J. Bonites. 2005. The importance of soil organic matter Key to drought-resistant soil and sustained food and production. **FAO Soils Bulletin 80 Rome**

Bertham, R. Y. H. 2009. Dampak Inokulasi Ganda Fungi Mikoriza Arbuskular dan Rhizobium Indigenus pada Tiga Genotipe Kedelai di Tanah Ultisol. **Jurnal Akta Agrosia**. 2:189-198.

Brundrett M., Bougher N., Dell B., Grove T. and Malajczuk N. 1996. **Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture**. Canberra. ACIAR Monograph 32. 374 + x p.

Eskandari A, Danesh YR. 2010. Study on life cycle of arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* using in vitro culturing technique. **Journal of Phytology**. 2(6): 69-75

Fakuara, M.Y. 1988. **Mikoriza, Teori dan Kegunaan dalam Praktek**. Pusat Antar Universitas. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Ferry, Y., Towaha, J., Sasmita, RR. K.D. 2013. Pemanfaatan kompos tanaman air sebagai pembawa inokulan mikoriza pada budidaya lada perdu di lahan bekas tambang timah. **Jurnal Littri**. 19 (1) : 15-22.

Gunawan, A.W. 1993. **Mikoriza Arbuskula**. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Gupta, R. P., A. Kalia., S. Kapoor. 2007. **Bioinoculant A Step Towards Sustainable Agriculture**. New Delhi: New India Publishing Agency.

Hanafiah, K.A. 2005. **Dasar - dasar Ilmu Tanah**. Jakarta: Rajawali Pers. 360 hal.

Hardiatmi, J.M. Sri. 2008. Pemanfaatan jasad renik mikoriza untuk memacu pertumbuhan tanaman hutan. **INNOFARM : Jurnal Inovasi Pertanian**. 7 (1) : 1-10

Hardjowigeno, S. 1992. **Ilmu Tanah**. Jakarta: Mediatama Sarana Perkasa.

Imas, T., R.S. Hadioetomo, A.W. Gunawan dan Y. Setiadi. 1989. **Mikrobiologi Tanah**. Bogor: Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor.

Islami, T., Utomo, W.H. 1995. **Hubungan Tanah, Air, dan Tanaman**. Semarang: IKIP Semarang Press.

Karnataka. 2007. "Enhanced survival and performance of phosphate solubilizing bacterium in maize through carrier enrichment". **Journal Agricultural Science**. 20(1) : 170-172

Motsara, M. R., P. Bhattacharyya., B. Srivastava. 1995. **Biofertilizer Technology, Marketing and Usage: A Sourcebook-cum-Glossary**. New Delhi: Fertilizer Development and Consultation Organisation.

Nurbaity, Anne., Herdiyantoro, D. Mulyani, O. 2009. Pemanfaatan bahan organik sebagai bahan pembawa inokulan fungi mikoriza arbuskula. **Jurnal Biologi** XIII (1) : 17-11.

Nurhandayani, R., Linda, R., Khotimah, S. 2013. Inventarisasi jamur mikoriza vesikular arbuskular dari rhizosfer tanah gambut tanaman nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr). **Jurnal Protobiont**. Vol 2 (3) : 146-151

Nurhidayati. T, K.I Purwani, D. Ermavitalini. 2010. Isolasi Mikoriza Vesikular- Arbuskular Pada Lahan Kering Di Jawa Timur. **Berkala Penelitian Hayati** Edisi Khusus: 4F (43-46)

Nusantara, A.D., Bertham, Y.H., Mansur, I. 2012. **Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskula**. Bogor. SEAMEO BIOTROP

Puryono, S.K.S. 1998. Perlunya Label Bibit Bermikoriza. **Majalah Kehutanan Indonesia**. Ed 2 Th. 1997/1998.

Porter, W.M. 1979. The 'most probable number' method for enumerating infective propagules of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in soil. **Aust. J. Soil Res.** 17: 515-19

Prafithriasari, M., Nurbaity, A. 2010. Infektivitas inokulan *Glomus* sp. dan *Gigaspora* sp. pada berbagai komposisi media zeolit-arang sekam dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan Sorgum (*Sorghum bicolor*). **Jurnal agrikultura**. 21 (1): 39-45

Prematuri, R., N. Faiqoh. 1999. Produksi Inokulum Mikoriza Arbuskula. Laboratorium Bioteknologi Hutan. PAU Bioteknologi

IPB. **Makalah Workshop Mikoriza**”Aplikasi Cendawan Mikoriza pada Tanaman Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan”. Asosiasi Mikoriza Indonesia. Bogor

Putri, S.M., Anas I., Hazra F., Citraresmini A. 2010. Viabilitas inokulan dalam bahan pembawa gambut, kompos, arang batok, zeolit yang disteril dengan iradiasi sinar gamma co-60 dan mesin berkas elektron. **Jurnal Tanah dan Lingkungan** 12 (1) : 9-16

Saraswati, Rasti. 1999. Teknologi pupuk mikrob multiguna menunjang keberlanjutan sistem produksi kedelai. **Jurnal Mikrobiologi Indonesia** 4(1) : 1-9.

Sastrahidayat, I.R. 2011. **Rekayasa pupuk hayati mikoriza dalam meningkatkan produksi pertanian**. Malang: UB Press.

Setiadi, Y. 1989. **Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Kehutanan**. Pusat Antar Universitas. Bogor: Institut Pertanian Bogor

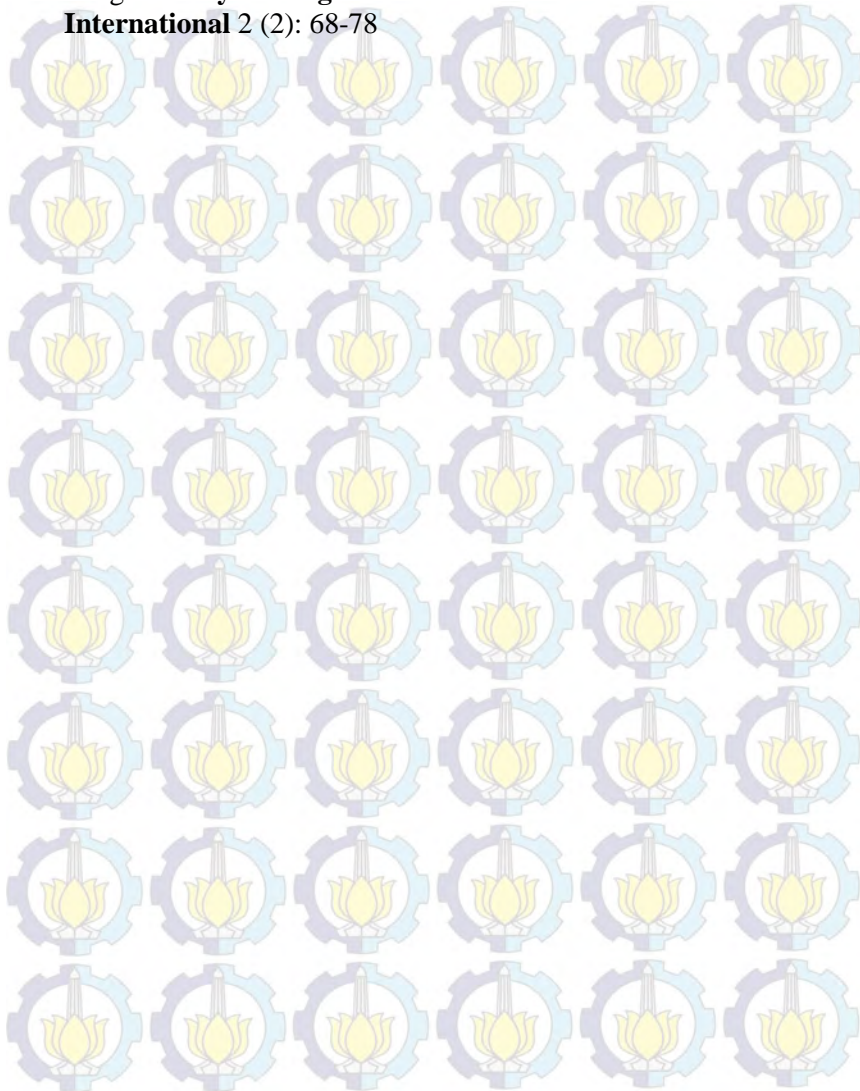
Sieverding, E. 1991. **Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems**. Germany: GTZ

Syah, Anwarudin., Jumjunidang, M.J., Herizal, Y. 2006. Penyimpanan Kapsul Cendawan Mikoriza Arbuskula untuk Mempertahankan Daya Multiplikasi dan Infektivitas. **Jurnal Hortikultura**. 16(2) : 129-133

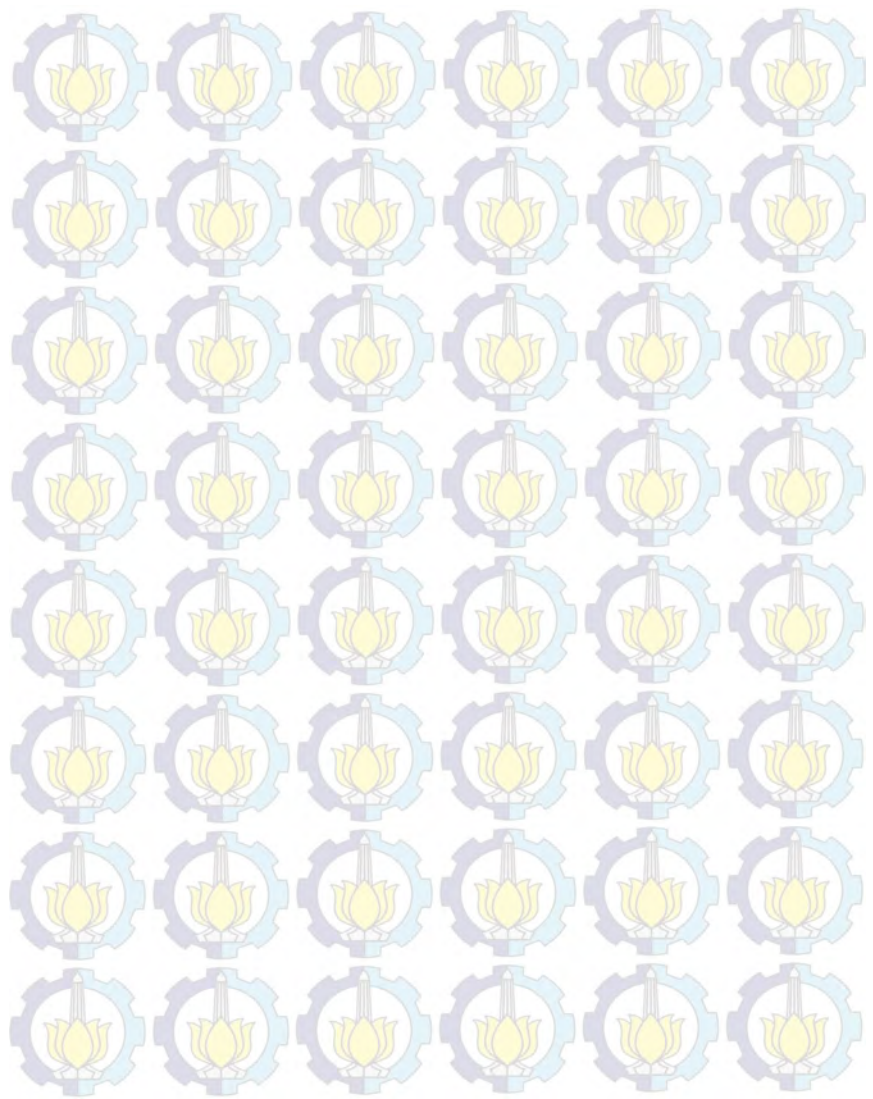
Talanca, A.H., Adnan, A.M. 2005. Mikoriza dan manfaatnya pada tanaman. **Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel, 2005**. Makassar: Balai Penelitian Tanaman Serealia.

Tyas, I.N. 2008. Pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan pembawa inokulum bakteri pelarut fosfat. **Skripsi**. Surakarta: Universitas Sebelas maret.

Utobo, E.B., Ogbodo, E.N., Nwogbaga, A.C. 2011. Techniques for extraction and quantification of Arbusculas Mycorrhizal Fungi. **Libyan Agriculture Research Center Journal International** 2 (2): 68-78



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Lampiran 1: Hasil Analisis Kandungan N,P,K pada Berbagai Bahan Pembawa (1).



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
 Jalan Veteran Malang 65145

■ Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623, 566290 ■ Fax : 0341 - 564333, 560011 ■ e-mail : soilub@ub.ac.id ■

Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar Jabatan dan Alamat

Nomor : 190 / UN.10.4 / T / PG - KT / 2014

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH MEDIA

a.n. : Dany Anastasia
 Alamat : ITS - Surabaya

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	N.total	P.Brays	K
				NH4OAC1N pH:7
		%	mg kg-1	me/100g
TNH 641	PASIR : ZEOLIT	0.03	14.40	1.45
TNH 642	TANAH : PASIR	0.09	35.66	0.04
TNH 643	PASIR	0.02	7.23	0.75
TNH 644	TANAH : PASIR : ZEOLIT	0.09	30.08	0.70
TNH 645	TANAH	0.11	43.03	0.26
TNH 646	TANAH : ZEOLIT	0.10	31.69	0.06



Ket. Lab. Kimia Tanah
 Prof. Dr. Ines Syekitani MS
 NIP. 19480726 197602 1 001

C:\dokumen\hasil analisis\Apr.14\190.xls

Didukung Laboratorium, analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat [Lab. Kimia Tanah: analisa kimia tanah/Tanaman dan rekomendasi pemupukan [Lab. Fisika Tanah : analisa fisik tanah, perancangan konservasi tanah dan air, serta rekomendasi irigasi [Lab. Pedologi Dan Sistem Informasi Sumberdaya Lahan: penginderaan jauh dan pemetaan, interpretasi foto udara, pembuatan peta, survey tanah dan evaluasi lahan, serta sistem informasi geografi [Lab. Biologi Tanah: analisa kualitas bahan organik dan pengelolaan kesuburan tanah secara biologi [UPT Kompos

Lampiran 2: Hasil Analisis Kandungan N,P,K pada Berbagai Bahan Pembawa (2).

 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN JURUSAN TANAH Jalan Veteran Malang 65145				
Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623, 566290 Fax : 0341 - 564333, 560011 e-mail : soilub@ub.ac.id				
Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar Jabatan dan Alamat Nomor : 190 / UN.10.4 / T / PG - KT / 2014				
HASIL ANALISIS CONTOH PUPUK a.n. : Dany Anastasia Alamat : ITS - Surabaya				
Terhadap kering oven 105°C				
No. Lab	Kode	N. total	P K	
			HCI 25%	
			%	
	ZEOLIT	0.01	0.04	0.09



Ketua Lab. Kimia Tanah
 Prof. Dr. Syekhfar MS
 NIP. 19460123 197802 1 001

C:\Dokumen\hasil analisis\Apr.14\190.xls

Didukung Laboratorium, analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat [Lab. Kimia Tanah]: analisa kimia tanah/Tanaman dan rekomendasi pemupukan [Lab. Fisika Tanah]: analisa fisik tanah, perancangan konservasi tanah dan air, serta rekomendasi irigasi [Lab. Pedologi Dan Sistem Informasi Sumberdaya Lahan: pengendalian juih dan pemetaan, interpretasi foto udara, pembuatan peta, survey tanah dan evaluasi lahan, serta sistem informasi geografi [Lab. Biologi Tanah]: analisa kualitas bahan organik dan pengelolaan kesuburan tanah secara biologi [UPT Kompos]

Lampiran 3: Tabel Kriteria Tingkat Persen Infeksi Akar

Kelas	Range infeksi akar	Kategori
1	0% - 5%	Sangat rendah
2	6% - 25%	Rendah
3	26% - 50%	Sedang
4	51% - 75%	Tinggi
5	76% - 100%	Sangat tinggi

(Rajapakse dan Miller *dalam* Nurhandayani dkk, 2013).

Lampiran 4: Tabel MPN

Kode pengenceran		P _x					
P ₁	P ₂	0	1	2	3	4	5
0	0	-	0,018	0,036	0,054	0,072	0,090
0	1	0,018	0,036	0,055	0,073	0,091	0,110
0	2	0,037	0,055	0,074	0,092	0,110	0,130
0	3	0,056	0,074	0,093	0,110	0,130	0,150
0	4	0,075	0,094	0,110	0,130	0,150	0,170
0	5	0,094	0,110	0,130	0,150	0,170	0,190
1	0	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120
1	1	0,040	0,061	0,081	0,100	0,120	0,140
1	2	0,061	0,082	0,100	0,120	0,150	0,170
1	3	0,083	0,100	0,130	0,150	0,170	0,190
1	4	0,110	0,130	0,150	0,170	0,190	0,220
1	5	0,130	0,150	0,170	0,190	0,220	0,240
2	0	0,045	0,068	0,091	0,120	0,140	0,160
2	1	0,068	0,092	0,120	0,140	0,170	0,190
2	2	0,093	0,120	0,140	0,170	0,190	0,220
2	3	0,120	0,140	0,170	0,200	0,220	0,230
2	4	0,150	0,170	0,200	0,230	0,250	0,280
2	5	0,170	0,200	0,230	0,260	0,290	0,320
3	0	0,078	0,110	0,130	0,160	0,200	0,230
3	1	0,110	0,140	0,170	0,200	0,230	0,270
3	2	0,140	0,170	0,200	0,240	0,270	0,310
3	3	0,170	0,210	0,240	0,280	0,310	0,350
3	4	0,210	0,240	0,280	0,320	0,360	0,400
3	5	0,250	0,290	0,320	0,370	0,410	0,450
4	0	0,130	0,170	0,210	0,250	0,300	0,360
4	1	0,170	0,210	0,260	0,310	0,360	0,420
4	2	0,220	0,260	0,320	0,280	0,440	0,500
4	3	0,270	0,330	0,390	0,450	0,520	0,590
4	4	0,340	0,400	0,470	0,540	0,620	0,690
4	5	0,410	0,480	0,560	0,640	0,720	0,810
5	0	0,230	0,310	0,430	0,580	0,760	0,950
5	1	0,330	0,460	0,640	0,840	1,100	1,300
5	2	0,490	0,700	0,950	1,200	1,500	1,800
5	3	0,790	1,100	1,400	1,800	2,100	2,500
5	4	1,300	1,700	2,200	2,800	3,500	4,300
5	5	2,400	3,500	5,400	9,200	16,00	-

(Halvorson dan Ziegler *dalam* Nusantara dkk., 2012).

Lampiran 5: Hasil Perhitungan Infeksi Akar

Ulangan	Bahan Pembawa						
	Tanah	Pasir	Zeolit	Tanah:Pasir	Tanah:Zeolit	Pasir:Zeolit	Tanah:Pasir:Zeolit
1	100%	100%	100%	80%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%

Lampiran 6: Hasil Uji Viabilitas Mikoriza

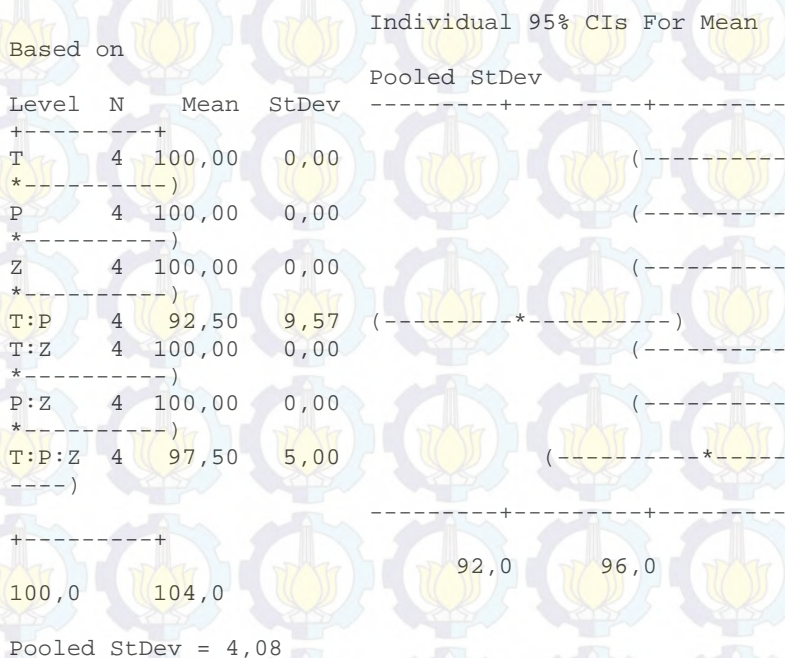
bahan pembawa	jumlah spora/ gr media
Tanah	1600
Pasir	920
Zeolit	1600
Tanah:Pasir:Zeolit	1600
Tanah:Pasir	1600
Tanah:Zeolit	1600
Pasir:Zeolit	920

Lampiran 7: Perhitungan ANOVA *one-way* Persen Infeksi Akar.

One-way ANOVA: persen infeksi akar versus bahan pembawa

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	6	192,9	32,1	1,93	0,123
Error	21	350,0	16,7		
Total	27	542,9			

S = 4,082 R-Sq = 35,53% R-Sq(adj) = 17,11%



Lampiran 8: Perhitungan ANOVA *one-way* Jumlah Spora.
One-way ANOVA: jumlah spora versus media

Source	DF	SS	MS	F	P
media	6	1,9817	0,3303	11,28	0,000
Error	14	0,4100	0,0293		
Total	20	2,3917			

S = 0,1711 R-Sq = 82,86% R-Sq(adj) = 75,51%

Individual 95% CIs For Mean
Based on

Level	N	Mean	StDev	Pooled StDev
P	3	0,9200	0,0500	(-----*-----)
PZ	3	0,9200	0,0500	(-----*-----)
T	3	1,6000	0,2000	(-----
TP	3	1,6000	0,2000	(-----
TPZ	3	1,6000	0,2000	(-----
TZ	3	1,6000	0,2000	(-----
Z	3	1,6000	0,2000	(-----
				-----+-----+-----+-----
				0,90 1,20 1,50
				1,80

Pooled StDev = 0,1711

Grouping Information Using Dunnett Method

Level	N	Mean	Grouping
T (control)	3	1,6000	A
Z	3	1,6000	A
TP	3	1,6000	A
TZ	3	1,6000	A
TPZ	3	1,6000	A
PZ	3	0,9200	B
P	3	0,9200	B

Means not labeled with letter A are significantly different from control level mean.

Dunnett's comparisons with a control

Family error rate = 0,05

Individual error rate = 0,0114

Critical value = 2,91

Control = level (T) of media

Intervals for treatment mean minus control mean

Level	Lower	Center	Upper	-----+-----+-----
P	-1,0870	-0,6800	-0,2730	(-----*-----)
PZ	-1,0870	-0,6800	-0,2730	(-----*-----)
TP	-0,4070	0,0000	0,4070	(-----*-----)
TPZ	-0,4070	0,0000	0,4070	(-----*-----)
TZ	-0,4070	0,0000	0,4070	(-----*-----)
Z	-0,4070	0,0000	0,4070	(-----*-----)
				-----+-----+-----
	-0,00	0,40		-0,80 -0,40

Lampiran 9: Data Rerata Pertumbuhan Tanaman

bahan pembawa	berat akar (gr)	panjang akar (cm)	biomassa tajuk (gr)	tinggi tanaman (cm)
Tanah	0,34	20	1,68	45,38
Pasir	0,44	22	2,38	58,75
Zeolit	0,48	20,13	2,42	47
Tanah:Pasir:Zeolit	0,29	19	1,21	41,38
Tanah:Pasir	0,37	23	0,83	41,5
Tanah:Zeolit	0,46	22,5	1,89	46,63
Pasir:Zeolit	0,3	22	2,43	52,13

Lampiran 10 : Dokumentasi Studi Efektivitas Bahan Pembawa

Gambar	Perlakuan	Gambar	Perlakuan
	Persiapan bahan pembawa		Tanaman jagung
	Penimbangan propagul mikoriza		Pemanenan Tanaman inang
	Penanaman benih jagung pada bahan pembawa		Pengukuran tinggi

Lampiran 11 : Dokumentasi Pewarnaan Infeksi Akar

	<p>Akar yang ditetesi FAA</p>		<p>Akar yang diberi penambahan KOH</p>
	<p>Akar yang diberi H₂O₂</p>		<p>Akar yang diberi HCl</p>
	<p>Akar diwarnai Trypan Blue</p>		<p>Akar yang diautoklaf</p>
	<p>Akar yang diberi penambahan lactoglycerol</p>		<p>Potongan akar yang siap diamati</p>

Lampiran 13 : Dokumentasi Uji Viabilitas

Gambar	Perlakuan
	Perendaman biji jagung
	Penimbangan media pembawa dan propagul mikoriza
	Pencampuran media pembawa dengan propagul
	Penanaman tanaman inang untuk uji viabilitas

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 30 April 1992 sebagai anak pertama dari dua bersaudara, pasangan Hadi Sukanto dan Nur Fadhilah. Pada tahun 2010 penulis lulus dari SMA Negeri 6 Surabaya dan pada tahun yang sama lulus seleksi masuk ITS melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri. Penulis memilih jurusan Biologi FMIPA ITS.

Selama kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember penulis pernah bergabung dalam Departemen PSDM Himpunan Mahasiswa Biologi ITS sebagai Staf Divisi Pelatihan, UKM Kopma Dr.Angka ITS sebagai Asisten Direktur Bidang Bisnis, Surveyor di Ecology laboratory Biologi ITS, dan Volunteer Kompas Kampus di Kompas Gramedia, penulis juga pernah menjadi Ketua Panitia pelatihan LKMM-TD HIMABITS pada tahun 2012. Selama kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember penulis pernah meraih juara 2 tingkat Nasional dalam proposal event challenge *Green living and youth creativity* 2011 dan meraih juara 2 juga juara favorit tingkat Institut dalam kompetisi karya ilmiah PKMGT.COM 2013. Di antara aktivitas studi, penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Oseanografi, Taksonomi Tumbuhan, dan Fisiologi Tumbuhan, *EcoProject*, dan Mikoriza.

Penulis melaksanakan Kerja Praktek di Kebun Raya Purwodadi-LIPI di bawah bimbingan Dr.rer.nat.Ir. Maya Shovitri.,M.Si. dan Setyawan Agung Danarto, SP. Untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Sains, penulis melakukan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Efektivitas Berbagai Bahan Pembawa terhadap Propagul Mikoriza Asal Desa Condro, Kecamatan Pasirian, Lumajang” di bawah bimbingan Tutik Nurhidayati, S.Si., M.Si.